

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-75629

(43) 公開日 平成7年(1995)3月20日

(51) IntCl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
A 6 1 B 5/107 5/00		M 7638-4C 8825-4C	A 6 1 B 5/ 10	3 0 0 Q

審査請求 未請求 請求項の数4 F D (全 9 頁)

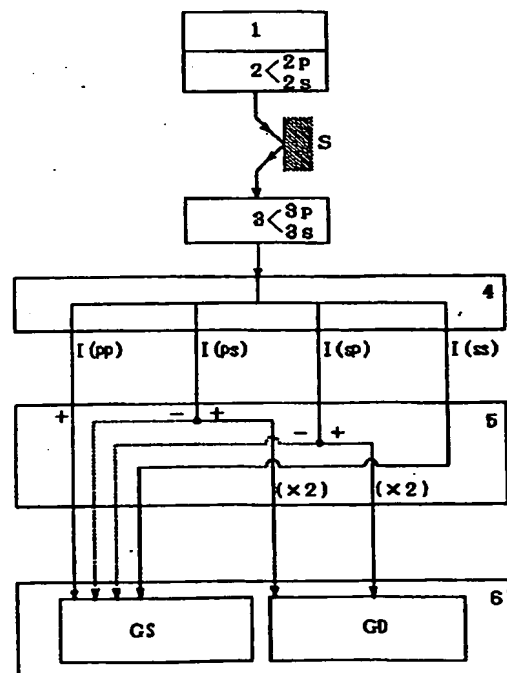
(21) 出願番号	特願平5-247523	(71) 出願人	000000918 花王株式会社 東京都中央区日本橋茅場町1丁目14番10号
(22) 出願日	平成5年(1993)9月7日	(72) 発明者	小島 伸俊 千葉県習志野市津田沼3-16-25-203
		(74) 代理人	弁理士 田治米 登 (外1名)

(54) 【発明の名称】 皮膚表面観察方法及び皮膚表面観察装置

(57) 【要約】

【目的】 皮膚の表面状態を画像に撮り、小じわや毛穴等の皮膚表面状態としみやそばかす等の皮膚内部状態とを分離して解析評価するにあたり、実際の皮膚の質感に即した画像を得、皮膚を適確に評価できるようにする。さらに、皮膚の表面状態の定量化も可能とする。

【構成】 皮膚表面にS偏光とP偏光とをそれぞれ入射させ、S偏光を入射させた場合の反射光のS偏光成分とP偏光成分、及びP偏光を入射させた場合の反射光のS偏光成分とP偏光成分とをそれぞれ受光し、それらの受光強度 $I(pp)$ 、 $I(ps)$ 、 $I(sp)$ 、 $I(ss)$ に基づいて、皮膚に自然光を入射させた場合の表面反射光成分又は内部反射光成分を独立的に求め、表面反射光画像GS又は内部反射光画像GDを得る。また、表面反射光成分のうち、人の視覚系の等価視覚帯域に属する空間周波数の成分を抽出し、表面反射光画像を形成するか、抽出した成分のパワーを積算して表面状態を定量化する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 皮膚表面に S 偏光と P 偏光とをそれぞれ入射させ、S 偏光を入射させた場合の反射光の S 偏光成分と P 偏光成分、及び P 偏光を入射させた場合の反射光の S 偏光成分と P 偏光成分とをそれぞれ受光し、それらの受光強度に基づいて、皮膚に自然光を入射させた場合の表面反射光成分又は内部反射光成分を独立的に求め、表面反射光画像又は内部反射光画像を得ることを特徴とする皮膚表面観察方法。

【請求項 2】 皮膚の表面反射光成分のうち、人の視覚系の等価視覚帯域に属する空間周波数の成分に基づいて表面反射光画像を形成することを特徴とする皮膚表面観察方法。

【請求項 3】 皮膚の表面反射光成分のうち、人の視覚系の等価視覚帯域に属する空間周波数の成分のパワーを積算し、この値に基づいて皮膚の表面状態を評価する皮膚の評価方法。

【請求項 4】 照射光源と偏光フィルターからなり、皮膚表面に S 偏光と P 偏光とをそれぞれ入射させることのできる照射手段、該照射手段から皮膚に入射させた S 偏光又は P 偏光による反射光の S 偏光成分又は P 偏光成分を透過させる偏光フィルター、該偏光フィルターを透過した S 偏光成分又は P 偏光成分を受光する撮像装置、撮像装置からの信号に基づき表面反射光画像又は内部反射光画像をモニターに出力させる制御演算装置、及びモニターを有することを特徴とする皮膚表面観察装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【産業上の利用分野】 この発明は、皮膚表面観察方法及び皮膚表面観察装置に関する。更に詳しくは、この発明は、皮膚表面の小じわや毛穴等と皮膚内部のしみやそばかす等の色むらを解析評価するために、光の偏光特性を利用して皮膚表面の反射光画像と皮膚内部の反射光画像とを別個に得る皮膚表面観察方法及び皮膚表面観察装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 肌にファンデーション等の化粧を施して所望の肌を得るためには、肌の質感（肌が観察者にどのように見えるかということ）と肌の物理的特性との対応関係や、化粧の種類や量と化粧を施した肌の物理的特性との対応関係を解析しておき、当該肌に施すべき化粧を定めることが有効である。そのため、従来より、皮膚表面の小じわや毛穴等の状態、あるいは皮膚内部のしみやそばかす等の色むらといった皮膚表面状態を解析し評価することが種々の方法でなされている。

【0003】 この場合の方法としては、単に皮膚を拡大撮影し、その画像を基礎に皮膚表面状態を解析する方法もあるが、この方法では小じわや毛穴等の皮膚表面状態と、しみやそばかす等の皮膚内部状態とを分離して解析し評価することができない。そのため、小じわや毛穴等

の状態をしみやそばかす等の色むらと別個に解析し評価できるようにするために、偏光を利用する方法が提案されている（特開平 2-206426 号公報等）。

【0004】 即ち、図 7 に示すように、皮膚 S に自然光 LI が入射すると、その一部は皮膚表面で反射し（表面反射光 LS）、他は皮膚内部へ屈折し、散乱、吸収を繰り返し、再度皮膚表面から出射する（内部反射光 LD）。この場合、表面反射光 LS は皮膚表面の情報（凹凸情報、屈折率）をもち、内部反射光 LD は皮膚内部の情報（肌の色、色むら）を有する。また、表面反射光 LS は、入射した自然光 LI が所定の偏光面を有する場合に、入射光 LI と同じ偏光面の直線偏光として反射されるが、内部反射光 LD は偏光性が失われたものとなる。

【0005】 そこで、例えば特開平 2-206426 号公報においては、第 1 の偏光フィルターを通して特定の偏光面を持つ光を皮膚に照射し、その反射光を第 2 の偏光フィルターを通して受光し、皮膚の画像を形成する。そしてこの場合に、第 1 の偏光フィルターと第 2 の偏光フィルターの偏光方向を変えて受光光から表面の直接反射光をカットし、皮膚の画像が主に内部反射光に基づいて形成されるようにする。これにより、しみやそばかす等の状態が、第 1 の偏光フィルターと第 2 の偏光フィルターの偏光方向を同一にした場合よりも明瞭に得られるようになる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来の偏光を利用した皮膚表面の観察方法においては、上述の特開平 2-206426 号公報のように、一つの偏光方向の光のみに基づいて内部反射光に基づく画像を形成するので、得られる画像が実際の質感と異なり、得られた画像に基づいて皮膚を適確に解析し評価することができない場合があるという問題があった。

【0007】 即ち、通常、光源として用いられる光は自然光である。自然光は非偏光であり、S 偏光（入射面に垂直な振動面を有する偏光）と P 偏光（入射面に平行な振動面を有する偏光）とを同じ強度で含み、観察者はこれら双方の反射光を受光し、皮膚の質感を感じ取ることとなる。一方、この S 偏光と P 偏光との反射強度は入射角に応じて大きく異なり、例えば、特定の入射角では S 偏光は相当の反射率を示すが P 偏光は全く反射されない。よって、S 偏光あるいは P 偏光の一方のみに基づいて形成した画像は実際に観察される画像と質感が異なることとなる。

【0008】 この発明は以上のような従来技術の課題を解決しようとするものであり、皮膚の表面状態を画像に撮り、小じわや毛穴等の皮膚表面状態としみやそばかす等の皮膚内部状態とを分離して解析し評価するにあたり、その画像が、実際の観察により得られる皮膚の質感と異ならないようにし、皮膚を適確に評価できるようにすることを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】この発明者らは、皮膚の反射画像を表面反射光画像と内部反射光画像とに分離して形成するにあたり、皮膚へ入射させる光としてS偏光とP偏光の双方を使用し、それぞれの入射光に対する反射光をS偏光成分とP偏光成分の双方について受光することにより、自然光を入射光とした場合の皮膚の表面反射光成分と内部反射光成分を算出でき、これにより実際の質感に等しい皮膚の表面反射光画像と内部反射光画像を得られること、さらにこのようにして皮膚の表面反射光成分から表面反射光画像を形成するにあたり、皮膚の表面反射光成分から、人の視覚系が高い感度を有する空間周波数帯域に属する成分を抽出して画像を形成すると、高い鮮鋭度の皮膚の表面反射光画像を得られ、皮膚表面の特徴をより適格に解析評価できることを見出し、この発明を完成させるに至った。

【0010】即ち、この発明は、皮膚表面にS偏光とP偏光とをそれぞれ入射させ、S偏光を入射させた場合の反射光のS偏光成分とP偏光成分、及びP偏光を入射させた場合の反射光のS偏光成分とP偏光成分とをそれぞれ受光し、それらの受光強度に基づいて、皮膚に自然光を入射させた場合の表面反射光成分又は内部反射光成分を独立的に求め、表面反射光画像又は内部反射光画像を得ることを特徴とする皮膚表面観察方法を提供する。

【0011】また、皮膚の表面状態の解析、評価に適した表面反射光画像を形成する方法として、皮膚の表面反射光成分のうち、人の視覚系の等価視覚帯域に属する空間周波数の成分に基づいて表面反射光画像を形成する方法を提供する。

【0012】さらに、皮膚の表面状態の観察結果を定量化し、その定量化した数値に基づいて皮膚の表面状態を解析、評価できるようにする方法として、皮膚の表面反射光成分のうち、人の視覚系の等価視覚帯域に属する空

$$\begin{aligned} I(S_p) &= I(S_{pp}) + I(S_{ps}) \\ &= I(S_{pp}) \quad (\because I(S_{ps}) = 0) \end{aligned} \quad \text{式(1)}$$

と表される。

【0018】また、この場合の内部反射光L_{Dp}については、一般に、内部反射光は偏光性が消失するため、P偏光成分L_{Dpp}とS偏光成分L_{Dps}とが含まれ、両者の強度比は1:1となる。したがって、内部反射光L_{Dp}の強

$$\begin{aligned} I(D_p) &= I(D_{pp}) + I(D_{ps}) \\ &= 2 \cdot I(D_{pp}) \\ &= 2 \cdot I(D_{ps}) \quad (\because I(D_{pp}) = I(D_{ps})) \end{aligned} \quad \text{式(2)}$$

と表される。

【0020】したがって、表面反射光L_{Sp}と内部反射光L_{Dp}とを合わせたトータルの反射光におけるP偏光成分

間周波数の成分のパワーを積算し、この値に基づいて皮膚の表面状態を評価する皮膚の評価方法を提供する。

【0013】また、この発明の皮膚表面観察方法を実施する皮膚表面観察装置として、照射光源と偏光フィルターからなり、皮膚表面にS偏光とP偏光とをそれぞれ入射させることのできる照射手段、該照射手段から皮膚に入射させたS偏光又はP偏光による反射光のS偏光成分又はP偏光成分を透過させる偏光フィルター、該偏光フィルターを透過したS偏光成分又はP偏光成分を受光する撮像装置、撮像装置からの信号に基づき表面反射光画像又は内部反射光画像をモニターに出力させる制御演算装置、及びモニターを有することを特徴とする皮膚表面観察装置を提供する。

【0014】以下、この発明を詳細に説明する。

【0015】この発明は皮膚にS偏光とP偏光とを入射させた場合の次のような原理に基づいている。なお、以下の説明の文字中、大文字の添字D、Sはそれぞれ内部反射光、表面反射光を表しており、小文字のp、sはそれぞれ入射光あるいは反射光のP偏光成分、S偏光成分を表している。

【0016】図2に示したように、例えば皮膚Sに、光源1からP偏光用偏光フィルター2pを通してP偏光L_pを入射させた場合、反射光は表面反射光L_{Sp}と内部反射光L_{Dp}とを含むこととなるが、一般に表面反射光では入射光の偏光性が維持されるので、この表面反射光L_{Sp}はP偏光成分L_{Spp}を有することとなる。一方、この表面反射光L_{Sp}にはS偏光成分L_{Sps}は含まれない。したがって、表面反射光L_{Sp}の強度をI(S_p)、この表面反射光のP偏光成分L_{Spp}の強度をI(S_{pp})、S偏光成分L_{Sps}の強度をI(S_{ps})とすると、次式(1)

【0017】

【数1】

度をI(D_p)、この内部反射光のP偏光成分の強度をI(D_{pp})、S偏光成分をI(D_{ps})とすると、次式(2)

【0019】

【数2】

の強度I(pp)は、次式(3)のように

【0021】

【数3】

$$\begin{aligned} I(pp) &= I(Spp) + I(Dpp) \\ &= I(Sp) + I(Dp)/2 \end{aligned} \quad \text{式(3)}$$

と表され、このときのS偏光成分の強度 $I(ps)$ は、次式
(4) のように

$$\begin{aligned} I(ps) &= I(Dps) \\ &= I(Dp)/2 \end{aligned} \quad \text{式(4)}$$

と表される。

【0023】 によって、表面反射光 LSp の強度 $I(Sp)$ と内部反射光 LDp の強度 $I(Dp)$ は、それぞれトータルの反射光におけるP偏光成分の強度 $I(pp)$ とS偏光成分の強度

$$I(Sp) = I(pp) - I(ps)$$

【0025】

$$I(Dp) = 2 \cdot I(ps)$$

と表される。

【0026】 同様に、光源1からS偏光用偏光フィルタを通して、皮膚にS偏光 LS を入射させた場合、表面反射光 LSs の強度 $I(Ss)$ と内部反射光 LDs の強度 $I(Ds)$ は、それぞれトータルの反射光におけるP偏光成分の強

$$I(Ss) = I(ss) - I(sp)$$

【0028】

$$I(Ds) = 2 \cdot I(sp)$$

と表される。

【0029】 ところで、自然光は非偏光であり、P偏光とS偏光の強度は等しいから、自然光を皮膚に入射させた場合の表面反射光 LS の強度 $I(S)$ は、皮膚にP偏光を入射させた場合の表面反射光 LSp の強度 $I(Sp)$ とS偏光を入射させた場合の表面反射光 LSs との強度 $I(Ss)$ との和に等しく、また、自然光を皮膚に入射させた場合の内部反射光 LD の強度 $I(D)$ は、皮膚にP偏光を入射さ

$$I(S) = I(Sp) + I(Ss)$$

$$= (I(pp) - I(ps)) + (I(ss) - I(sp)) \quad \text{式(9)}$$

【0032】

$$I(D) = 2 \cdot I(ps) + 2 \cdot I(sp)$$

と表すことができる。よって、皮膚にP偏光を入射させた場合の反射光のP偏光成分の強度 $I(pp)$ とS偏光成分の強度 $I(ps)$ 、及び皮膚にS偏光を入射させた場合の反射光のP偏光成分の強度 $I(sp)$ とS偏光成分の強度 $I(ss)$ とをそれぞれ測定することにより、式(9)から皮膚に自然光を入射させた場合の表面反射光成分の強度 $I(S)$ を算出でき、式(10)から内部反射光成分の強度 $I(D)$ を算出できることとなる。

【0022】

【数4】

$I(ps)$ とを用いて、次式(5)、(6)のように

【0024】

【数5】

式(5)

【数6】

式(6)

度 $I(sp)$ とS偏光成分の強度 $I(ss)$ とを用いて、次式

(7)、(8) のように

【0027】

【数7】

式(7)

【数8】

式(8)

せた場合の内部反射光 LDp の強度とS偏光を入射させた場合の内部反射光 LDs の強度との和に等しいとおくことができる。

【0030】 したがって、上記式(5)～(8)から、次式(9)、(10)のように

【0031】

【数9】

【数10】

式(10)

【0033】 この発明の皮膚表面観察方法において、こうして自然光を入射させた場合の表面反射光成分の強度と内部反射光成分の強度を得た後は、これらに基づいて、常法により表面反射光画像と内部反射光画像を形成する。そして、表面反射光画像から小じわや毛穴等の状態を解析し評価する。また、内部反射光画像からしみやそばかす等の色むらを解析し、評価する。

【0034】 ところで、皮膚表面の小じわや毛穴等の表

面状態をより適格に解析、評価できるようにするためには、表面反射光画像の鮮鋭度を向上させることが好ましい。そのためには皮膚の表面反射光成分のうち、人の視覚系の等価視覚帯域に属する空間周波数の表面反射光成分を使用して表面反射光画像を形成することが有効である。

【0035】即ち、Grangerらは視覚系が網膜上で10~40本/mm (3.5~13CPD)の空間周波数帯域にのみ感度をもつものとして等価視覚帯域 (Equivalent Eye Bandpass) を規定している (E. M. Granger, K. N. Cupery, "An Optical Merit Function (SQF), which correlates with subjective Image Judgements", Photogr. Sci. Eng., 16, 221 (1972))。

【0036】そこでこの発明においても皮膚の表面反射光成分、好ましくは上記のこの発明の皮膚表面観察方法にしたがって得られる皮膚の表面反射光成分のうち、その空間周波数が等価視覚帯域の範囲に属するものを抽出し、表面反射光画像を形成する。これにより、形成された画像は人の視覚系に鮮明に高感度に認識されるものとなる。さらに、皮膚の表面反射光成分のうち、その空間周波数が等価視覚帯域の範囲に属するもののパワーを積算することにより、皮膚の表面状態を定量化でき、その積算値を指標として皮膚の表面状態を適確に評価することが可能となる。

【0037】この発明の皮膚表面観察方法を実施する装置としては、図1に示した概略構成図のように、皮膚SにP偏光とS偏光をそれぞれ入射せられるようにする照射手段として、照射光源1と偏光フィルター2を有するものとする。この場合、偏光フィルター2としては、P偏光用フィルター2pとS偏光用フィルター2sとを別個に設けてもよく、偏光フィルターの設置角度を適宜変更できるようにしてP偏光用フィルターとS偏光用フィルターの双方の機能を果たすようにした一つの偏光フィルターを設けてもよい。

【0038】また、この発明の装置には、皮膚Sからの反射光の受光手段として、反射光のS偏光成分とP偏光成分とを独立的に受光できるようにする偏光フィルター3を有するものとする。この受光用の偏光フィルター3としても、P偏光用フィルター3pとS偏光用フィルター3sとを別個に設けてもよく、偏光フィルターの設置角度を適宜変更できるようにしてP偏光用フィルターとS偏光用フィルターの双方の機能を果たすようにした一つの偏光フィルターを設けてもよい。

【0039】偏光フィルター3の後段には、偏光フィルター3を通して得られた反射光のS偏光成分とP偏光成分を受光する撮像装置4を有し、この撮像装置からの信号 (I (pp)、I (ps)、I (sp)、I (ss)) に基づき、前述

のこの発明の原理にしたがって表面反射光画像GS及び内部反射光画像GDを算出し、モニター6に出力する制御演算装置5、及びこの結果を表示するモニター6を有するものとする。

【0040】この場合、この装置を構成する照射光源1、偏光フィルター2、3、撮像装置4、モニター6自体は従来の皮膚表面観察装置に使用されているものを使用することができ、また、制御演算装置5もその制御内容として前述のこの発明の原理に従った演算を組み込んでいる限り、一般的なコンピュータ等を使用することができる。

【0041】また、この装置の具体的態様としては、照射手段と受光手段の少なくとも一部を一つのハンディタイプのコンパクトな観察装置内に一体化し、他の装置要素をコンパクトな観察装置に接続するようにしてもよく、あるいは個々の装置要素を別個に設置するようにしてもよい。

【0042】

【作用】この発明の皮膚表面観察方法によれば、皮膚の反射光画像を表面反射光画像と内部反射光画像とに分離して形成するにあたり、皮膚へ入射させる光としてS偏光とP偏光の双方を使用し、それぞれの入射光に対する反射光をS偏光成分とP偏光成分の双方について受光し、それらの受光強度に基づいて、自然光を入射光とした場合の皮膚の表面反射光成分の強度と内部反射光成分の強度を算出する。したがって、これから得られる皮膚の表面反射光画像と内部反射光画像は実際の質感に即したものとなる。

【0043】さらにこのようにして皮膚の表面反射光成分から皮膚の表面反射光画像を形成するにあたり、表面反射光成分から、人の視覚系が高い感度を有する空間周波数帯域に属する成分を抽出して画像を形成すると、表面反射光画像の鮮鋭度が高くなり、皮膚表面の特徴をより適格に解析し評価することが可能となる。また、このようにして抽出した成分を積算することにより、皮膚の表面状態を定量化することが可能となり、この定量化により得られた数値に基づいて皮膚の表面状態を適確に評価することが可能となる。

【0044】

【実施例】以下、この発明を実施例に基づいて具体的に説明する。なお、実施例を説明する各図において、同一符号は同一又は同等の構成要素を表している。

【0045】図3は、この発明の皮膚表面観察方法を実施するに際して使用した皮膚の撮影システムの説明図である。

【0046】同図のようにこのシステムは、被験者7の皮膚Sに所定の偏光を照射できるように、光源1とその前面に偏光板8aを有している。この場合、光源1としては1200Wのメタルハライド光源 (色温度5700℃) 2灯を1000mmの間隔で並べて使用し、偏光板

8aとしてはポラロイド社製のHN32を使用し、光源1と被験者7の皮膚Sとの距離d1を1600mmとし、光源1の設置高さh1は床面から1700mmとした。

【0047】また、皮膚Sからの反射光の受光系として、偏光板8bを前面に設けた静止画用ハイビジョンカメラ（ニコン社製、CF1000）9を使用した。このカメラ9と被験者7の皮膚Sとの距離d2は770mmとし、カメラ9の設置高さh2は床面から1100mmとした。また、偏光板8bとしては、光源1の前面に設けた偏光板8aと同様のものを使用した。

【0048】この静止画用ハイビジョンカメラ9で撮影した画像の情報量は、従来のビデオ画像（NTSC）に比較して約6倍と多いので、制御演算装置としてはワークステーションを使用し、画像情報をデジタル画像として保存し、解析処理した。

【0049】なお、皮膚Sからの反射光は光源1と同じ分光成分からなるので、皮膚の表面反射光画像は無彩色となり、画像を構成するR成分、G成分、B成分は同一情報を有することとなる。そこで、皮膚の表面反射光の解析にあたっては、G成分のみを使用した。

【0050】このようなシステムにおいて、20代の女性1名を被験者7とし、この被験者の頬の素肌の表面反射光画像と内部反射光画像を得、さらに比較のため、同様のカメラで偏光板を使用せずに画像を得たところ、このシステムにより得られた表面反射光画像は、皮膚のこじわや毛穴の情報が鮮鋭に含まれており、また内部反射光画像にはそばかすやしみ等の色むらの情報が鮮鋭に含まれていることが確認できた。

【0051】また、20代の女性3名を被験者とし、観察部位とする皮膚Sに、(A)化粧水と乳液を塗布した場合、(B)クリーム状ファンデーションのみを塗布した場合、(C)クリーム状ファンデーションと粉おしろいを塗布した場合について、同様に表面反射光画像を得た（画像サイズ：1024×1024画素）。その結果、上記(A)、(B)、(C)の化粧肌の順に毛穴が目立たなくなっていることが明瞭であった。

【0052】さらに、観察部位を毛穴が比較的多い鼻梁側部分とし、上記と同様にして、(A)化粧水と乳液を塗布した場合、(B)クリーム状ファンデーションのみを塗布した場合、(C)クリーム状ファンデーションと粉おしろいを塗布した場合について表面反射光画像を形成した。ただし表面反射光画像の形成に際して、それぞれの表面反射光成分のフーリエパワースペクトルを算出した。その結果を図4に示す。

【0053】なお、画像の解析は256×256画素サイズを切り出して行った。またフーリエパワースペクトルの算出は次のように行った。

【0054】即ち、画像 $f(x, y)$ のフーリエ変換を $F(x, y)$ とし、そのパワーを Φ とし場合に、これら

は次式のように表される。

【0055】

【数11】

$$F(u, v) = \int \int \exp(-2i\pi(ux+vy)) f(x, y) dx dy$$

【0056】

【数12】

$$\Phi(u, v) = F(u, v) \cdot F^*(u, v) = |F(u, v)|^2$$

そこで、この実施例においては、2次元空間周波数平面におけるパワー Φ を原点からの距離 $r_j \sim r_j + \Delta r$ のリング状領域について次式のように積分した値を求めた。ここで、 j はリング領域の番号である。

【0057】

【数13】

$$A(r_j) = \int_0^{2\pi} \int_{r_j}^{r_j + \Delta r} \Phi(r, \theta) dr d\theta \quad j=1, 2, \dots, m$$

【0058】

【数14】

$$r = \sqrt{u^2 + v^2}$$

【0059】

【数15】

$$\theta = \tan^{-1}(v/u)$$

また、図4において横軸の空間周波数（CPD：Cycle Per Degree）は、被験者の観察距離を30cmに想定した場合に視野角内に存在する正弦波のサイクル数を示しており、縦軸はパワーの対数値で、正弦波の振幅及び正弦波の存在頻度に依存する量を示している。

【0060】この図4の結果から、空間周波数5～30CPDの周波数域に、(A)化粧水と乳液を塗布した場合、(B)クリーム状ファンデーションのみを塗布した場合、(C)クリーム状ファンデーションと粉おしろいを塗布した場合の顕著な差異が現れることがわかった。そこで、空間周波数が等価視覚帯域の範囲内のもののパワーを次式のように積算することにより画像特徴量 S を算出した。

【0061】

【数16】

$$S = \int_{10}^{40} \log(A(r_j)) d\log r_j = \int_{3.5}^{13} \log(A(r)) d\log(r)$$

（式中、 r_j （単位系：本/mm）、 r （単位系：CP

D) は空間周波数であり、A はパワースペクトルである)

この結果を図 5 に示す。図 5 において縦軸とした画像特徴量 S は、その値が小さいほど画像の鮮鋭性が低いことを表している。また、上述の各化粧品 (A)、(B)、(C) の画像特徴量の素肌の画像特徴量 S に対する比 R を求め、図 6 に、その比 R と各化粧品 (A)、(B)、(C) の主観評価値との関係をした。なお、各化粧品 (A)、(B)、(C) の主観評価値は、毛穴の凹凸の見え易さの程度を評価項目としたシェッフェの対比較法により求めた。

【0062】この図 5 から、(A) 化粧水と乳液を塗布した場合、(B) クリーム状ファンデーのみを塗布した場合、(C) クリーム状ファンデーションと粉おしろいを塗布した場合の順に画像特徴量 S が小さくなっていき、画像特徴量 S の値と毛穴の見えにくさが一致していることがわかり、さらに図 6 から、化粧肌の画像特徴量 S の素肌の画像特徴量 S に対する比 R と主観評価値とが高い相関関係 (相関係数 0.96) を有していることがわかる。したがって、画像特徴量 S は皮膚の表面状態の定量化に有効であることが確認できた。

【0063】

【発明の効果】この発明によれば、皮膚の表面状態を画像に撮り、小じわや毛穴等の皮膚表面状態としみやそばかす等の皮膚内部状態とを分離して解析し評価するにあたり、実際の皮膚の質感に即した画像に基づいて、皮膚を適確に評価することが可能となる。さらに、皮膚の表面反射光画像を高い鮮鋭度で得、皮膚の表面状態を定量化することも可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明の装置の説明図である。

【図 2】この発明の皮膚表面観察方法の原理の説明図である。

【図 3】実施例のシステムの概略図である。

【図 4】表面反射光成分のフーリエパワースペクトル図である。

【図 5】表面反射光成分に基づく画像特徴量と化粧肌の種類との関係図である。

【図 6】化粧肌の画像特徴量の素肌の画像特徴量に対する比 R と化粧肌の主観評価値との関係図である。

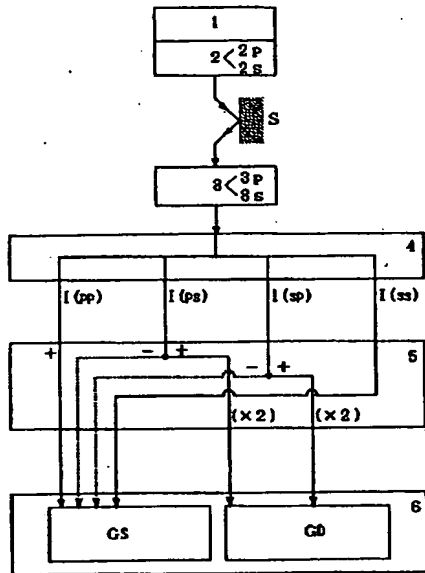
【図 7】皮膚に自然光が入射した場合の表面反射と内部

反射の説明図である。

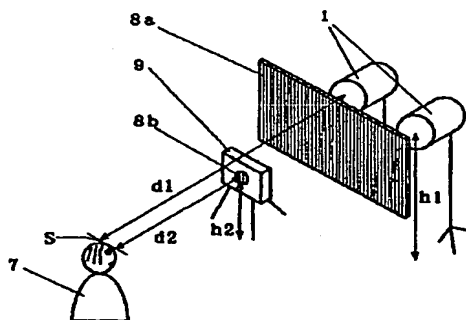
【符号の説明】

1	光源
2	偏光フィルター
2 p	P 偏光用偏光フィルター
2 s	S 偏光用偏光フィルター
3	偏光フィルター
4	撮像装置
5	制御演算装置
6	モニター
7	被験者
8	偏光板
9	カメラ
I (D)	自然光入射時の内部反射光の強度
I (Dpp)	P 偏光入射時の内部反射光の P 偏光成分の強度
I (Dps)	P 偏光入射時の内部反射光の S 偏光成分の強度
I (Ds)	S 偏光入射時の内部反射光の強度
I (pp)	P 偏光入射時の、表面反射光と内部反射光を合わせたトータルの反射光の P 偏光成分の強度
I (ps)	P 偏光入射時の、表面反射光と内部反射光を合わせたトータルの反射光の S 偏光成分の強度
I (S)	自然光入射時の表面反射光の強度
I (Sp)	P 偏光入射時の表面反射光の強度
I (Spp)	P 偏光入射時の表面反射光の P 偏光成分の強度
I (Sps)	P 偏光入射時の表面反射光の S 偏光成分の強度
I (Ss)	S 偏光入射時の表面反射光の強度
I (sp)	S 偏光入射時の表面反射光と内部反射光を合わせたトータルの反射光の P 偏光成分の強度
I (ss)	S 偏光入射時の表面反射光と内部反射光を合わせたトータルの反射光の S 偏光成分の強度
L I	入射光
L D	内部反射光
L Dpp	P 偏光入射時の内部反射光の P 偏光成分
L Dps	P 偏光入射時の内部反射光の S 偏光成分
L p	P 偏光
L s	S 偏光
L S	表面反射光
L Spp	P 偏光入射光に対する表面反射光の P 偏光成分
L Sps	P 偏光入射光に対する表面反射光の S 偏光成分
S	皮膚

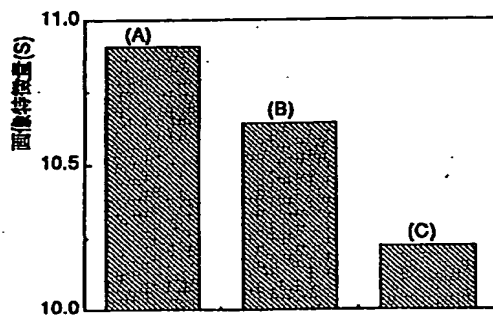
【図 1】



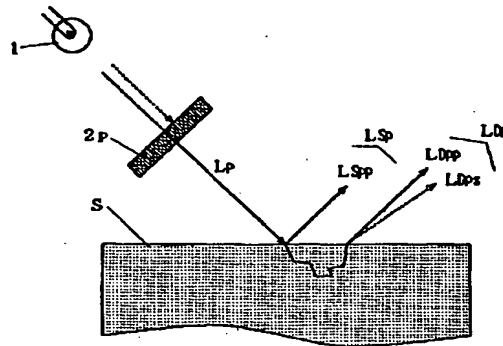
【図 3】



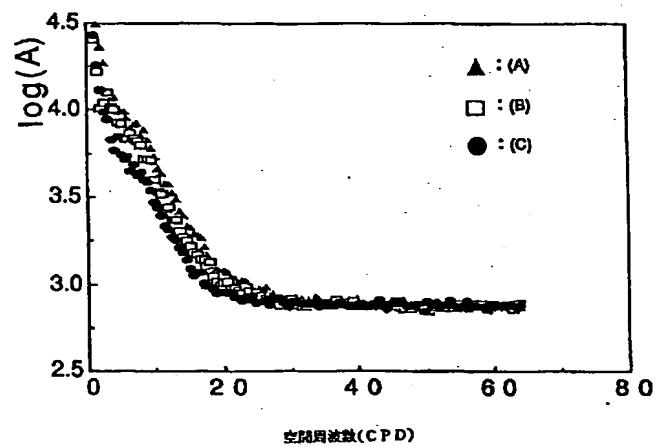
【図 5】



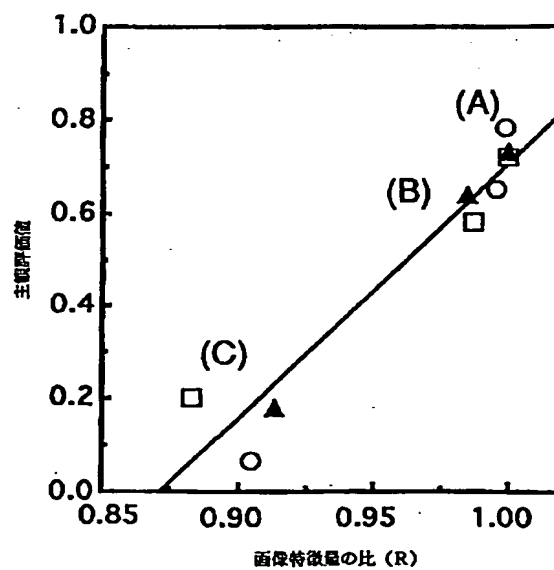
【図 2】



【図 4】



【図 6】



【図 7】

